VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

Е.И. Мирошниченко Преподаватель-методист рукопашного боя по системе А.А. Кадочникова

Информационная модель экстремального взаимодействия двух биомеханических систем.

Нет наверное в сегодняшней биомеханике задачи интереснее, чем попытка построения модели (создания теории) реализующей принципы формирования и реализации двигательных задач в человеческом организме. Ведь в случае успеха, такая модель помогла бы осветить широчайший круг проблем связанных с пониманием сути движений, роли центральной нервной системы в организации двигательных актов, а так же степени участия среды при реализации конкретного движения.

По всей видимости эта задача не может быть решена с помощью используемых сегодня методов описания человека. В этой области решение множества частных задач не всегда приводит к пониманию общей проблемы (ведь куча деталей - это еще не машина, а толпа солдат - еще не армия).

Согласно теореме Геделя, никакая система не может быть описана средствами самой системы, отсюда следует, что самые подробные биомеханические и физиологические исследования не опишут человека, если мы будем описывать только человека. Напрашивается вывод - попытаться описать человека как явление, как некую целостность, гармонично сочетающуюся с процессами происходящими в среде обитания (причем под средой необходимо понимать всю совокупность природных и социальных условий, в которых протекает жизнедеятельность человеческого организма). По сути мы должны описать человека как часть системы: "человек-среда".

Существует не слишком много совершенно определенных (и однозначно трактуемых человеческим разумом) направлений плотного взаимодействия человека со средой обитания. Одно из них - борьба за выживание. Причем из всего спектра приемов и способов, применяемых живым организмом в этой борьбе, мы должны обратить внимание на главный - двигательный способ.

Со времени появления на земле живых организмов, двигательный способ был основным при решении задач питания, размножения и, что самое главное, самосохранения. На любой из сигналов (раздражений) поступивших от среды, организм был обязан ответить достаточно мощным, сильным и быстрым (т.е. адекватным) двигательным актом. Выполнение правила "адекватного поведения" служило допуском к сосуществованию со средой.

В пользу человека (как впрочем и других высших организмов), на этом направлении, ударно потрудилась эволюция, и, если не тратить времени на критику результатов этой работы, нам придется признать, что в качестве тела, человек получил почти идеально притертую к среде обитания биомеханическую систему.

Это заключение позволяет рассматривать строение (морфологию) человеческого тела как объемный код (голограмму), несущий в себе всю информацию как о целях создания существующей схемы так и о способах решения этих задач.

Расшифровав морфологию тела как ответную (противовесную) часть среды обитания и определив цену, которую организм платит этой среде за право относительно безопасного существования, мы можем получить методический ключ к пониманию принципов реализации двигательной активности биомеханических систем.

Нужный результат можно получить, рассматривая самую жестокую (по отношению к человеку) и компактную (по ставящимся целям и задачам) модель борьбы за существование - единоборство. Причем из всех вариантов единоборства нужно выбрать систему рукопашного боя, которая бы решала задачу кардинальным способом (исключить борьбу за очки, баллы и т.д.). Возможности такой системы должны строиться исключительно на биомеханических и физиологических особенностях человеческого организма и исключать поэтизацию и эмоциональную окраску в описании технических действий (удар - "хвост дракона", стойка - "журавль", взгляд - "лунный свет" и т.д.).

Достигнуть в этом направлении определенных результатов удалось исследовательской группе "Магистр", использовавшей для постановки экспериментов элементы рукопашного боя по системе Кадочникова А.А., (возможности системы до сих пор не замечены научными кругами и специалистами- практиками).

Достоинства системы Кадочникова А.А. - тема для отдельного разговора, нам же необходимо отметить, что теоретическое обоснование системы построено только на законах физики, механики (ее разделов: кинематике, статике, динамике) и с учетом физиологии человеческого тела. Главное, эта система исходит из возможностей человеческого тела и ее использование в рамках решаемых проблем вполне корректно...

Начнем с того, что определим задачу и способ ее решения:

Задача - описать взаимодействие двух человек в рукопашной схватке.

Способ решения - создание рабочей модели такого взаимодействия на базе имеющихся знаний о физиологии человеческого тела и законах реализации движения. Причем тело человека, по отношению к сознанию, будет рассматриваться как сложный инструмент с присущими ему сильными и слабыми сторонами.

Такой прием позволит решить многие проблемы:

- построение модели позволяет максимально упростить схему описания сложнейших процессов (биомеханику человеческого тела представить как взаимодействие нескольких простых звеньевых структур, работу центральной нервной системы свести к понятной кибернетической схеме и т.д.);

- в рамках принятой модели исследователю (бойцу N 1) противостоит представитель "среды" (боец N 2), и так как противодействуя "исследователю" он фактически перепроверяет его права на дальнейшее существование, то правильно организованные схемы противодействия могут проявить реальные возможности человека при решении двигательных задач в экстремальных условиях;
- мы можем заставить модель *целенаправленно* действовать в рамках закона "адекватного поведения", что дает право на прогнозирование результата при исследовании конкретных двигательных задач;
- такая схема дает возможность детально контролировать и объективно оценивать исследуемые двигательные задачи, так как в качестве "среды" выступает способный на такие оценки человек.

Теперь попытаемся сориентироваться в круге проблем, с которыми придется столкнуться выстраивая рабочую модель боевого взаимодействия двух биомеханических систем, коими и являются, в плане земного существования, человеческие тела.
Центральной фигурой предполагаемой модели является человек с богатейшим набором дарованных ему при рождении и благоприобретенных возможностей.
Грубо очертим состав основных из них:
Человеческое тело состоит из развитого скелета, имеющего в своем составе более 200 костей. Наличие одно и двухстепенных суставов позволяет скелету реализовывать многие сотни степеней свободы (отдельных направлений подвижности).
У этого привода человеческого организма есть не менее достойный двигатель - мышечная система, в подавляющей своей части состоящая из поперечно-полосатой мышечной ткани, способной почти мгновенно высвобождать огромные мощности представляющие серьезную опасность для собственного скелета и потому требующие детального и строгого контроля со стороны ЦНС (центральной нервной системы).
Собственно ЦНС. Это многоуровневая, построенная по иерархическому принципу командная система, несущая на себе всю тяжесть ответственности по организации и реализации двигательных задач с соотнесением предпринимаемых действий с условиями окружающей среды.
Возглавляет эту структуру своеобразная президентская власть - кора головного мозга (КГМ). У этой власти есть свои представители на местах, что позволяет КГМ осуществлять особо важные (точные) движения в обход пирамидной иерархии ЦНС.

Абсолютно осознанно мы останавливаемся на этом далеко не полном перечне, оставляя за бортом многие сотни отправляемых человеческим организмом функций, с целью максимального упрощения выстраиваемой базовой схемы (любая модель должна быть принципиально проще рассматриваемой с ее помощью проблемы).

Теперь рассмотрим трудности связанные с реализацией любого двигательного акта в человеческом теле, вытекающие из дарованных нам возможностей. Трудности эти давно и детально описаны в работах Н.А. Бернштейна, поэтому здесь будут приводиться (иногда почти дословно) значительные выдержки из них.

Итак о трудностях управления движением:
Трудность N1 - Необходимость преодоления огромного избытка степеней свободы которыми насыщено наше тело. Человеческому организму приходится изрядно потрудиться чтобы отделить нужные для реализации движения степени свободы и заблокировать избыточные.
Отсюда несколько полезных выводов:

- организм неизбежно загружается значительной селективной работой при выполнении самых элементарных двигательных задач;
- изучая какое либо новое для нас движение мы не выдумываем ничего оригинального, а только отдаем предпочтение какому ни будь варианту из многих тысяч имеющихся.

Трудность N2 - Так как движение осуществляется посредством тяги, то для обеспечения возвратно-поступательных движений каждое отдельное направление подвижности обеспечивается двойным набором мышц - мышц антагонистов.. Следующая сложность связана со свойствами мышечной тяги, это тяга не жесткая и точная, а упругая, при которой требуемая точность движения обеспечивается всеми группами мышц обслуживающими данную степень свободы.

Полезные выводы:

- любое сложное движение осуществляемое человеком в пространстве влечет за собой задействование абсолютного большинства скелетных мышц, (что позволяет говорить об отсутствии какого либо оперативного резерва), и для выполнения вновь возникшей двигательной задачи человек обязан снять с мыщц необходимость выполнения предыдущей и, после необходимой фазы расслабления, загрузить их новой;

- из физики нам известно, что сила приложенная к объекту производит максимум работы только в плоскости ее приложения, а значит любое изменение угла места объекта автоматически приводит к смене задач хотя бы для некоторых групп мышц;
- если извне приложить силу к костно-мышечному аппарату человека, то активное сопротивление внешней силе мы вправе ожидать только в плоскости ее приложения.

Трудность N3 - необходимость распределения внимания между сотнями видов подвижности и стройного согласования их между собой. Для ее решения человеческий организм имеет выверенный миллионами лет эволюции механизм - центральную нервную систему. Эту систему природа собирала из отработанных, проверенных и зарекомендовавших себя комплектующих, принадлежащих ранее различным видам живых существ господствовавших на земном шаре. Схема гениально проста и имеет вид многоэтажной постройки. Все уровни находятся между собой в отношениях начальников к подчиненным, т.е. образуют то, что называют иерархией.
Получив эту структуру в наследство, человек получил и чисто свой этаж - развитую кору головного мозга с заложенной в ней способностью руководить мышцами (когда это нужно) в обход имеющейся многоуровневой структуры (упоминавшийся ранее президентский способ управления).
Все эти этажи условно поделены на уровни передачи нервных импульсов(они же уровни построения движения):
Уровень А - работает с нервными клетками спинного мозга (у них прямая связь с мышцами тела). Самостоятельно выполняемая функция - тонусные напряжения мышц.
Уровень В - уровень мышечно-суставных увязок, иначе уровень синергий. Работает без привлечения сознания. Практически лишен переключаемости и инициативы.
Уровень С - Уровень пространства. Коррекции уровня С, направляя движение, следят только за тем, как оно вписывается во внешнее, чуждое нашему телу пространство.
Важная характеристика движений уровня С -переключаемость!
Уровень D - Уровень действий. Это первый человеческий уровень.Уровень D напрямую связан с рукой человека.
Весь костно-суставно-мышечный аппарат строго симметричен (в отличие от внутренних органов). Поэтому все типичные движения и координации по уровням А,В и С точно так же двусторонни и симметричны. А в уровне D правая рука резко опережает левую.
В отношении уровней А,В,С вполне симметричны и оба полушария головного мозга.
Учитывая все вышесказанное, мы вправе сделать следующие логические заключения:
ЦНС это многоуровневая структура с жестким подчинением нижестоящих уровней вышестоящим. Уровни А, В и С создают так называемый двигательный центр ЦНС. Под его руководством оказываются все скоростные и силовые возможности организма, в то же время, это сильно заорганизованная, прямолинейная, а значит и предсказуемая структура.
Уровень D, со своим непосредственным начальником - корой головного мозга, образуют свой двигательный центр, который имеет возможность без посредников руководить мышечными сокращениями. Эта командная структура свободна от тяжелых задач нижестоящего центра, отличается изворотливостью и , как следствие, мало предсказуема. Однако эта структура относительно медлительна, и, что очень важно, подчиненный центр об этом знает...

В теоретической физиологии существует условное разделение ЦНС на центры, по признакам преимущественно решаемых ими задач. Таких центра три: *эмоциональный, аналитический и двигательный*. Для упрощения обозначений уровней построения движения, мы соотнесем их с центрами ЦНС. При этом всю многоуровневую двигательную систему ЦНС в дальнейшем будем именовать двигательным центром (*Дц*), а корковую двигательную систему будем считать (так оно и есть на самом деле) частью аналитического центра (*Ац*). Описание эмоционального центра пока выпадает за рамки рассматриваемой задачи. Последнее, что нужно сказать о центрах, это то, что они различаются по скорости принятия решений: двигательный центр быстрее аналитического в 30 000 раз и на столько же медленнее эмоционального.

Теперь несколько полезных выводов:

- человек имеет две двигательные системы находящиеся в отношениях старшего (корковая двигательная система или *Ац*) и младшего (двигательная система ЦНС или *Дц*);
- двигательная система ЦНС это опытнейший профессионал (миллионы лет эволюции) по части осуществления огромного количества двигательных задач присущих животному царству и требующих всех необходимых для этого качеств. Большинство этих задач двигательная система ЦНС выполняет самостоятельно (задачи уровня С), под присмотром корковой двигательной системы, использующей эти движения в своих целях (как фоновые движения, как своего рода рабочую лошадь). После чего корковая двигательная система пристраивает свои собственные движения "тонкой коррекции" в качестве наездников для фоновых;
- несмотря на подчиненное состояние, только двигательная система ЦНС может с максимальной мощностью, скоростью и точностью притереть любое движение к окружающей среде. Более гибко это может сделать корковая система (не надо забывать, что она вооружена кистями рук), но, и это очень важно, значительно медленнее (в 30000 раз). Исходя из перечисленных возможностей определяется и "руководитель" для конкретной двигательной задачи;

- само наличие такой специализации делает невозможным (до смены двигательной задачи) произвольную передачу или перехват управляющих функций ни одним из центров.

Этих предварительных заключений еще недостаточно для анализа всего видимого нами разнообразия и непредсказуемости движений человеческого тела. Для решения этой задачи разобьем процесс на более простые и всем понятные составляющие...
Одну из величин решаемой нами задачи подсказывают сами условия нашего существования на земном шаре. Эта величина непосредственно участвовала в процессе формирования нашего скелета, во многом определяла порядок работы ЦНС при подготовке и реализации двигательных актов. Мы говорим о земной гравитации. Это противник который не отпускает ни на секунду, любое движение человек осуществляет с учетом его противодействия. Вставая утром с постели и принимая вертикальное положение, человек вступает с гравитацией в нешуточную борьбу за равновесие...
Создаваемая нами модель должна учитывать механизм этого противодействия.
Нам известно, что тело находится в состоянии устойчивого равновесия если его центр массы находится над центром площади опоры, и неустойчивого равновесия, когда центр масс находится над ее границей, если центр массы выходит за границу площади опоры - тело опрокидывается. Для предотвращения опрокидывания необходимо: либо центр массы вернуть к середине площади опоры, либо середину площади опоры подвести под центр массы. Эту же задачу решает и человеческий организм - реализуя какие либо двигательные акты. Действительно, с точки зрения физиологии любой способ восстановления равновесия хорош, или мы выносим часть массы тела (руки) за пределы площади опоры и возвращаем их назад после удара, или, захватив руками какой то предмет,

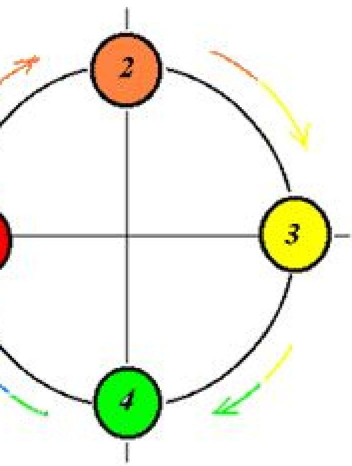


Рис. 2

дводя площадь опоры под общий для системы (человек-объект) центр массы.
вывается простая схема - каждый раз совершая любой двигательный акт,
нения поставленной задачи, стремится выйти из состояния устойчивого
весное состояние (или состояние неустойчивого равновесия) и вернуться в
после ее завершения... Такой набор элементарных двигательных схем (ввиду
жно назвать циклом, а движения вызывающие к жизни этот набор -
ое движение человеческого тела в пространстве попадает под эту схему, то, с
риваемых величин, любой целевой двигательный акт может считаться

огическое заключение позволяет провести системную атаку еще недавно
ой крепости. Примененное нами определение "циклический" к интересующим
ет применить и присущий этому классу задач метод их описания: мы получаем
начить границы (начало и конец) интересующего нас процесса (целевого, т.е.
ельного акта), определить его максимальные и минимальные характеристики,
сть во времени, последовательность прохождения определенных фаз...
е изображение циклического процесса. Для начала посмотрим в словарь и
ова цикл.
каких-либо явлений, процессов, работ, составляющих законченный круг
едставим интересующий нас процесс в качестве точки на окружности, то
пройденный ей по окружности путь будет обозначать законченный цикл. Если дополнительно заставить центр окружности осуществлять равномерное движение по прямой перпендикулярной ее плоскости (моделируя развитие процесса во времени), то в результате одновременного движения точки окружности по двум направлениям мы получим винтовую линию.
Проекция винтовой линии на плоскость (сделаем это для удобства ее рассмотрения) будет иметь вид всем нам знакомой синусоиды...
Проанализируем эту кривую... Она обладает несколькими замечательными особенностями:
Кривая, пересекая линию t, очерчивает две площади - "положительную" и "отрицательную" полуволны, которые равны по площади и уравновешивают друг друга;
Кривая имеет несколько точек, которые непохожи ни на одну другую этой же кривой. Точка N1 - после нее процесс усиливается в "положительной" полуволне. Точка N2 - точка неустойчивого равновесия, после нее меняется направление развития процесса, он идет на спад. Точка N3 - процесс проходит через линию равновесия (t) и переходит в отрицательную полуволну. Точка N4 - точка неустойчивого равновесия, после нее процесс меняет направление развития. Точка N5 - точка устойчивого равновесия, цикл завершается.

Приведенный здесь грубый анализ кривой позволяет сделать определенный вывод: процесс выхода какой либо системы из состояния устойчивого равновесия и возврат к первоначальному состоянию имеет четыре фазы и характеризуется пятью (пять точек рассмотренной синусоиды) пограничными состояниями. Но не надо забывать, что синусоида в нашем случае была лишь проекцией винтовой линии на плоскость, и если мы посмотрим на винтовую линию со стороны оси времени, (вокруг которой и развивается процесс), то отметим интересный момент: точка N1 (начало цикла) и точка N5 (конец цикла) в пространстве совпадают накладываясь друг на друга. Собственно видим мы лишь точку N5, как событие по времени более позднее чем событие в точке N1.
Теперь изображение цикла предстает для нас в виде окружности симметрично разделенной на дуги четырьмя точками с номерами 2,3,4 и 5.
Основной вывод, который подсказывает результат анализа одного цикла задачи о сохранении

равновесия биомеханической системой - минимальное количество фаз подлежащих рассмотрению при поэтапном освещении процесса движения в человеческом теле - *четыре*.

Настала пора поговорить о второй составляющей выстраиваемой нами рабочей модели...
Скелет. Костный аппарат биомеханической системы, то, что собственно и определяет внешний вид человеческого тела.
В результате эволюции человек получил крепчайший каркас обладающий к тому же феноменальной гибкостью. Один только позвоночник с его 25 межпозвоночными соединениями, способен к разнообразнейшим, почти змеиным изгибам, наклонам и извивам. С туловищем соединены посредством шарниров (как известно, обладающих наибольшим разнообразием подвижности) - плечевых и тазобедренных сочленений - четыре многозвенные рычажные системы конечностей. Весь этот новый (по отношению к мягкотелым) костно-мышечный аппарат был с ювелирной точностью приспособлен к отработанным (на тех же мягкотелых) способам реализации двигательных актов - сегментарных (члениковых) последовательных (волновых) смещений частей тела интегрированных в едином ритме и

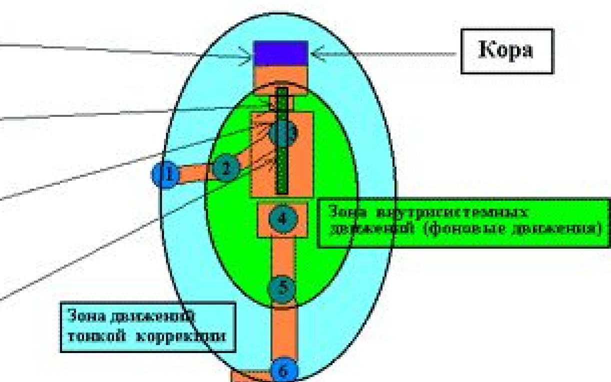


Рис. 4

движения.
волнообразным движениям заложена в нас генетически в виде
ым. Так почему же в обычных условиях (без преднамеренной ее
ие "волны" в движениях человеческого тела? Потому, что ее как
остного аппарата, который с помощью имеющегося у него набора
точки пространства раньше, чем оно станет похожим на волну...
нать, что потенциал у этой системы огромный, и пересчитать все
ача невыполнимая, счет пойдет на многие тысячи... Поэтому мы
ти неисчислимые возможности.
ю структуру и выделим основные из них. С этой точки зрения все

рисунке нумерацию.
я рук.

у номеру относятся так же шея и голова. Они хотя и не участвуют
поясом, но зато это хорошие точки приложения внешних к
системе сил для смещения плечевого пояса в пространстве (при управлении извне движениями человеческого тела).
Звено N4 - учитывая относительно небольшую самостоятельную подвижность тазобедренных суставов, всю совокупность сочленений в области тазовой кости в дальнейшем будем принимать за одно звено.
Звенья N5 - коленные суставы ног.
Звенья N6 - голеностопные суставы ног.
Нумерация звеньев на приведенной схеме начата с верхних опорных звеньев (создают точки опоры при выполнении большого класса двигательных задач связанных с висом, подтягиванием, толчками, отодвиганием и т.д.) абсолютно осознано, так как это позволит нам в дальнейшем упростить отслеживание начальной фазы интересующих нас двигательных актов. Хотя физиологически такая нумерация ничем не оправдана и каждое звено может претендовать на почетный N1, а особенно тазобедренные звенья. Ведь именно с этих звеньев (как находящихся в непосредственной близости от центра масс) реально и начинается любое движение связанное с перемещением тела в пространстве.
В результате предпринятых нами логических построений получилась довольно простая механическая модель костного аппарата человеческого тела.

Теперь о третьем условии, без учета которого невозможно "оживить" выстраиваемую модель реализации движения в человеческом теле - о ЦНС.
Центральная нервная система - это бесконечно сложное по организации и отправляемым функциям образование. Проблемы связанные с ЦНС будут решаться еще не одно столетие. Поэтому мы, при рассмотрении ЦНС, будем ставить перед собой только реальные задачи...
Вспомним крайне важный для нас момент: работы Н.А.Бернштейна в области физиологии движения доказали возможность изучения работы мозга человека по реализуемым им движениям. Практическая психология давно и успешно использует наличие довольно жесткой связи между определенными мыслеформами и связанными с ними двигательными актами.
Мы попытаемся разобраться с частной задачей - какие отделы ЦНС и в какое время ответственны за конкретные классы двигательных задач.
Для этого соотнесем несколько моментов рассмотренных нами ранее.
Первый момент. Двигательных центра два и у них разные возможности.
При этом *Ац*, являясь главнокомандующим, может движения организованные "двигательным центром" использовать в качестве фоновых к своим движениям, так называемым "движениям тонкой коррекции".
Второй момент, который мы соотнесем с только что рассмотренным, заключается в особенностях костного аппарата человеческого тела, вернее в особенностях его звеньевой структуры. Мы с вами уже определили, что цепочка сочленений костей скелета состоит из 6 основных уровней и что звенья уровней 1 и 6 , по отношению ко всей костной системе, являются опорными. Из рассмотренных выше материалов мы уже знаем, что исключительным правом управлять опорными звеньями (при выполнении ими движений "тонкой коррекции") владеет "аналитический центр" (что строго говоря и сделало человека человеком). quot;Аналитический центр" может управлять и движениями всех

остальных звеньев, особенно при реализации ранее не встречавшихся двигательных задач (собственно говоря все новые двигательные задачи сначала изучаются , обкатываются "аналитическим центром" и при отработке оптимальных условий их выполнения ответственность за их реализацию передается в "двигательный центр"). Естественно все что делает в области движений "аналитический центр" отличается высокой координацией, милиметровой точностью и невероятной изворотливостью, но не может похвастаться мощностью, резкостью и скоростью.
Дальше логика подсказывает кому подчиняются движения, реализацией которых занимаются звенья уровней 2,3,4 и 5. Совершенно верно - здесь властвует "двигательный центр". В этом машинном отделении исправно выдают необходимые по мощности, скорости и амплитуде движения не особенно задумываясь над курсом корабля и о грузе заключенном в его трюмах. Да собственно кому там думать? Уровень А - уровень молюсков. Уровень В - уровень степенно пасущихся динозавров. Уровень С - вроде уровень с умом, но ума хватает только на постижение непосредственно окружающего тело пространства. Давайте спросим себя, много ли ума в жужжании перевернутой вверх колесами радиоуправляемой модели автомобиля? А что ее делает такой беспомощной? Ответ прост - отсутствие сцепления с поверхностью дороги (пола). Физика утверждает, что ни одна физическая система не может передвигаться в пространстве за счет своих внутрисистемных движений. Движение становится возможным только при подведении к системе внешней для нее силы. Система должна получить надежную точку опоры! Такой точкой опоры для модели автомобиля будет внешняя для нее сила - сила трения.
А как обстоят дела с перемещением в пространстве человека? Давайте положим его набок, пусть лежит на полу лишенный необходимой для его нижних опорных звеньев силы трения. Попросим лежащего совершать привычные для него двигательные акты связанные с хотьбой. Ничего путного из этих движений не получится до тех пор, пока мы не подставим под движущиеся в пространстве опорные звенья какие ни будь точки опоры (например подставим свою ногу), что сразу сделает возможным смещение системы в пространстве.
Рассмотренная ситуация позволяет сделать несколько интересных выводов:

- Звенья 2,3,4 и 5 реализую внутрисистемную работу, которая обеспечивает условия (при подведении к системе внешних сил) перемещения человеческого тела в пространстве. Движения эти цикличны (так как в их основе лежит борьба за равновесие) и могут быть подвергнуты анализу с использованием схемы приведенной на рис.4; Как раз эти движения отличаются максимальной мощностью, резкостью, скоростью и предсказуемостью;
- Звенья 1 и 6 - опорные, и вместе со своим великим покровителем "аналитическим центром" они (в подавляющем количестве движений - верхние опорные звенья) выполняют самую точную и высоко скоординированную работу используя внутрисистемные движения как фоновые;
- Вспомнив о жесткой взаимосвязи реализуемых движений с "действиями" ЦНС по их руководству мы вправе утверждать, что возбудив извне движение в внутрисистемных звеньях, мы возбудим и работу "двигательного центра" ЦНС (со всеми особенностями его функционирования), а обеспечив какие либо "неудобства" для опорных звеньев мы автоматически подключаем к работе "аналитический центр". И что особенно важно, ни один из них не может помешать работе другого в момент выполнения им своих обязанностей.

Все, рабочая модель построена!
Не будем забывать, что это гравитационная модель, и она позволяет отследить условия при которых система остается в равновесии, а значит и условия при которых она его теряет (опрокидывается). Попытаемся описать задачу вывода системы из равновесия.
Положение системы зависит от положения центра масс. Мы можем достигнуть успеха если, используя модель, сумеем прорваться через защитные двигательные коррекции системы и выведем центр масс за пределы площади ее опоры. Весь вопрос, как до этого центра масс добраться. Система обладает внушительными запасами степеней свободы, а массы звеньев тела хорошо уравновешены и, по отношению друг к другу, могут выступать в качестве балансиров. Поэтому даже непосредственное воздействие на звено N4 (тазовая кость) может быть нивелировано синхронным сдвигом противовесных звеньев в противоположную сторону. Значит нужно получить доступ к управлению центром массы и лешить ЦНС возможности уравновесить чем либо наше воздействие.
Эта задача может быть решена двумя способами:
N1. *Воздействие "извне"*. Принципиально эта схема выглядит как целенаправленное и последовательное выстраивание некой жесткой структуры, позволяющей с ее помощью руководить перемещениями центра масс (*цМ*). Например, захватив пальцы руки и используя их в качестве рычага, проворачиваете кисть руки до полного выбора степеней свободы в лучезапястных суставах. Далее, через болевое воздействие в запястье и используя предплечье как рычаг третьего рода, выбираете свободу в локтевом суставе, затем в плечевом и, через созданный жесткий стержень (именно таковым является в этот момент рука) непосредственно руководите положением *цМ*.
Это один из основных (используемых для описания) принципов использующихся в рукопашном бое по системе КадочниковаА.А. Искусство создавать или использовать имеющиеся на теле рычаги 1.2 и 3 рода, позволяет осуществлять очень плотный, и я бы сказал "авторитарный" способ управления движением противника. В этом случае ЦНС, попавшего в эту передрягу человека, лишена какой либо инициативы (на это нет времени), она успевает лишь адекватно ответить на поступающие болевые

воздействия, даже если эта адекватность ведет к потере равновесия и опрокидыванию. В результате, одновременно с высокой эффективностью такого рода воздействий, мы получаем для изучения несколько "онемевшую" ЦНС (она ничего не может нам рассказать о своих возможностях...).
Поэтому, для описания обозначенной ранее задачи, воспользуемся способом N2 (который является производным от способа N1). *Воздействие "изнутри"*. Само название определяет и способ воздействия на положение *цМ*.
Учитывая звеньевую структуру человеческого тела и закон распространения движения по этим звеньям, мы должны подстроиться к процессу и ввести в ЦНС противника сбивающие воздействия. Проще всего это сделать через звенья, ответственные за положение *цМ* в пространстве (находящиеся в более или менее жесткой связи с *цМ*). В этом случае возможности ЦНС по двигательным коррекциям не только не забиваются , но специально провоцируются, и именно их энергия используется для раскачивания ситуации. Т.е. мы получаем возможность развалить движение изнутри.
Теперь по порядку поставленных задач.
Количество звеньев человеческого тела и их нумерация уже обсуждались. Теперь о законе распространения движения по этим звеньям. Этот закон мы будем рассматривать с удобной нам точки зрения, с той точки, которая нам позволит активно влиять на происходящие события.
С этой целью проанализируем следующую двигательную задачу: человек атакует на дальней дистанции, пытаясь произвести толчок кулаком в грудь противника. Напомню, что рассматривать мы будем схему взаимодействия только "внутрисистемных" звеньев, так как анализ движения всей системы (включая опорные звенья) на порядок усложнит нашу задачу.
Итак, ваш напарник стоит против вас в стойке для нанесения удара и имитирует его нанесение на очень медленной скорости (используя 5-10 единиц, оценивая боевую скорость в 100 единиц). Предположим (в интересах анализа), что в начале движения кулак атакующей руки был прижат (или находился очень близко) к телу вашего напарника. В этот момент ваши попытки каким либо образом сдвинуть его кулак встретят мощное сопротивление мышц корпуса, кроме этого вы ощутите почти монолитную связь этого кулака с центром массы вашего помощника. Теперь расслабьтесь и подождите пока кулак вашего помощника подойдет к границе зоны внутрисистемных движений (это длина предплечья, при прижатом к телу локтевом суставе). Теперь при попытке ввести в движение кулака возмущающие воздействия вы ощутите приятное для вас чувство - у вас появилась возможность без особых усилий управлять движениями туловища вашего помощника (еще бы, теперь вы делаете это используя мощный рычаг - кости предплечья) . Движения эти невелики по амплитуде, но за ними гигантская ответственность за решение задач равновесия. Теперь позвольте кулаку выйти в зону движений тонкой коррекции (вытянутая слегка согнутая в локте рука) и попробуйте еще раз повторить опыт с возмущающими воздействиями. Вы отметите резкое изменение ситуации. Кулак легко поддается вашим усилиям, за ним послушно следует вся рука, но каким либо образом повлиять на движения туловища человека (а значит и повлиять на условия сохранения равновесия всей системой) вы уже не можете... Вот мы уже и подошли к детальному рассмотрению всех фаз атакующего движения.
Для этого надо решить вопрос о признаках, по которым мы будем судить о наступлении каждой новой фазы.
Под фазами следует понимать смену позиций звеньями, через которые, в данный момент времени, возможно эффективное управление положением *цМ*.
Вопрос: а какие звенья при этом составляют для нас острый интерес?
Ответ: те звенья, которые сохраняют в данный момент времени достаточно жесткую связь с центром массы тела (для введения через них возмущающих воздействий), и в то же время находящихся от этого центра достаточно далеко, чтобы ЦНС не индетифицировала вводимые воздействия как прямую угрозу для устойчивости системы.
Вопрос: а как быстро и однозначно можно их определить?
Ответ: это звенья находящиеся на границе или пытающиеся перейти границу между зонами внутрисистемных движений и движений тонкой коррекции (или границу площади устойчивого равновесия, что во многих ситуациях одно и то же). Практически расстояние от тела человека до такой границы, при вытянутой вперед руке, определяется длиной плечевой кости (расстояние между плечевым и локтевым суставами).
Таким образом можно констатировать, что смена фаз в развитии движения наступает с передачей от звена к звену "ответственности" за доступ к *цМ* (с принятием звеном звания :"рабочего" звена).
Ранее мы отмечали, что нижние уровни организации движения сохранили особенность осуществлять движение последовательным (волновым) возбуждением сегментов тела. Учитывая эту особенность, обозначим интересующие нас фазы развития движения в теле человека с использованием построенной модели.
Теперь вспомним Рис.N1 и с новой точки зрения взглянем на рассмотренную ранее двигательную задачу.
Итак, ваш помощник атакует вас с дальней дистанции на скорости 10-15 единиц. На движение кулака (как на опорное звено) внимания обращать не будем. Ведь переход кулака из одной зоны в другую (на рассматриваемой нами ранее синусоиде это точка 1) является всего лишь своеобразным сигналом о переходе внутрисистемных движений на понятный и узнаваемый нами уровень. Итак первая фаза, чем же она интересна? Мы уже отметили, что к концу этой фазы оказываются бесполезными попытки подвести какие либо возмущающие воздействия к центру масс через коррекцию движения звена N1. Но, что интересно, в это время на границе зон оказывается звено N2 (локтевой сустав), и любая

попытка воздействия на это звено приведет к уверенной адекватной реакции центра масс. При дальнейшем развитии ситуации (незабываем, что атака производится с дальней дистанции) к границе зон (или к границе площади опоры) подходит плечевой сустав (по нашей классификации звено N3), теперь "комфортное" состояние центра масс полностью зависит от этого звена...Данное состояние на синусоиде обозначено точкой 3. Состояние кривой графика подсказывает, что если до точки 3 мы имели накат "волны" атаки, когда система стремилась выйти из состояния устойчивого равновесия, то после этой точки мы имеем обратную картину. Система пытается вернуться к равновесию, начинается откат атакующей "волны", и следующим звеном отвечающим за благополучие центра массы всего тела, согласно рассматриваемой схемы, станет звено N4. Именно в этот момент любой по силе удар в область паха или живота обеспечит не только болевое воздействие, но и условия для опрокидывания всей системы. В следующем такте, в завершающей фазе развития движения, центр масс тела будет стремиться (решая задачу восстановления устойчивого равновесия) отстроиться по отношению к площади опоры, и ключевым звеном в этот момент становится звено N5. Еще пару тактов назад это звено можно было атаковать, с перспективой только разозлить вашего противника, а в данный момент будет достаточно несильного (хотя и уверенного) толчка чтобы он опрокинулся.
Все. Цикл замкнулся.
Формулу работы рассмотренной схемы можно и нужно считать *законом*, так как нами произведено лишь деление на фазы (и произвольная их нумерация) одного из самых древних биологических циклов - цикла движения.
...т интереснейшие следствия:



...ения движения в человеческом теле работает независимо от того знаем мы или ...ществовании и это как раз тот случай когда знание вооружает... И еще - ...ественно изменить порядок исполнения этого закона, в рамках реального ..., практически невозможно;
...т иметь на руках точное расписание экспресса под названием ...движение", и что бы сесть в него вам ненужно гоняться за экспрессом по ...сь с ним в скорости. Используя знание, вы можете оказаться на любой нужной ...ное время (время указанное в расписании). И если учесть, что экспресс носится ...цевому маршруту, сделать это будет не трудно;
...ожно решать используя закон, может быть сформулирована как использование ...действий с целью провоцирования постепенного (от звена к звену) ...бки в процессе реализации человеком конкретного двигательного акта. Цель ... - замаскированный вывод центра массы человека за пределы площади опоры. ...каждое возмущающее воздействие в отдельности не должно оцениваться ...опасное...

Рис. 5

Теперь о двигательных коррекциях, которые мы неизбежно провоцируем, вводя через "рабочие" звенья возмущающие воздействия.
То, что мы до сих пор описали, лишь способ подсмотреть за процессами протекающими в биомеханической системе. Если мы и сядем в нужный нам поезд, это не значит, что мы сможем его остановить. Ведь против нас будут играть миллионы лет опыта...
Вернемся по тексту назад и освежим в памяти информацию о трудностях управления движением. Исходя из изложенных там сведений любой хоть сколько ни будь серьезный двигательный акт вызывает сокращение подавляющего большинства мышц человеческого тела. Во-первых с целью блокировки ненужных для этого движения (избыточных) степеней свободы, а во-вторых с целью обеспечения необходимой точности (задействование мышц антагонистов). Таким образом многостепенная биомеханическая система, во время реализации конкретной двигательной задачи, превращается в примитивный аппарат реализующий движение в какой то одной плоскости (напомню, что речь идет о внутрисистемных звеньях).
Таким образом обозначилась необходимость поместить тело человека в некое подобие системы координат, состоящей из основных плоскостей, в которых могут быть реализованы движения. Таких плоскости три: *сагиттальная, фронтальная и горизонтальная*.
В целях упрощения задачи мы выделим основные оси принадлежащие этим плоскостям и получим своеобразную "розу" направлений: где ось *X* - направление "слева - направо", ось *Y* - направление "сверху - вниз" и ось *Z* - направление "от меня - к нему".
Исходя из условий обозначенных все теми же "трудностями" мы должны сделать однозначное заключение: при введении возмущающих воздействий нельзя использовать направления (плоскости) уже занятые движением. Если мы не хотим ввязаться в спор: "у кого руки толще" и хотим уйти от прямого парирования импульса атаки, мы должны вводить наши усилия с направления где противник отсутствует по определению. Таким направлением является любое, находящееся под углом в 90 град. к движению противника, а значит это одно из двух незанятых направлений в обозначенной нами системе координат. А почему прямой угол?
Во-первых, потому, что с этого направления некому оказывать сопротивление (отсутствует резерв необходимых для работы мышц), а походя, в рамках осуществляемой двигательной задачи, с нами не справиться, т.к. мы находимся *вне плоскости* где бушуют опасные для нас силы.
Во-вторых ваше воздействие, для этой плоскости (плоскости атаки), остается "невидимым", т.к.

результат анализа взаимодействующих сил (методом разложения), показывает отсутствие составляющей могущей это воздействие скомпенсировать.
Практика доказывает, что трех легких, прямо скажем "дамских", корректирующих воздействий вполне хватает, чтобы силы участвующие в атакующем движении сами "взорвали" его изнутри и привели к опрокидыванию системы. Правомерен вопрос: почему трех?
Человек существо трехмерное по рождению. Трехмерный мир - среда его обитания. Возможности ЦНС человека ограничены требованиями предъявляемыми к ней средой. Необходимость постоянно отслеживать гравитационную составляющую (одно из измерений нашего мира) загружает ЦНС, и делает стандартной ситуацию, при которой решение двигательных задач происходит при контроле только двух измерений пространства. Необходимость одновременного контроля трех измерений (плоскостей) приводит к перегрузке ЦНС.
На перегрузку ЦНС работает еще один мощный фактор - острый цейтнот. Не нужно забывать, что

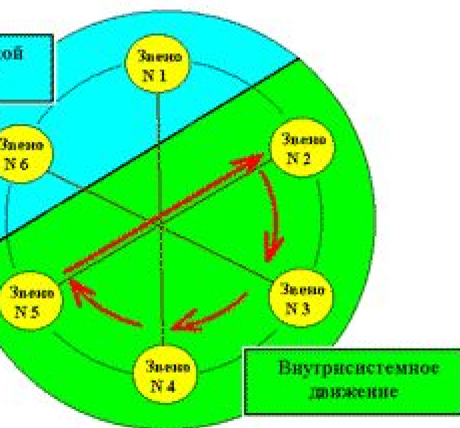


Рис. 6

...ко возможности по обработке информации и принятию решений (мы уже ...сти работы различных центров ЦНС). Как и любая кибернетическая ...а имеет тонкое место - каналы связи. Скорость управления процессом ... каналообразующих систем. В нашем случае речь идет о пропускной ... А это величина конечная и, как утверждает физиология, практически ...ых по габаритам биологических объектов и равной температуре ...к ко всему, существующая "система связи" не простаивает без дела, а ...й по обеспечению "рефлекторного кольца". По этому следующие друг за ... то и одновременно) возмущающие воздействия по трем плоскостям, ...хвосте у событий, накапливая, через свои двигательные коррекции, ...ушения всей реализуемой ранее двигательной задачи.
...ание способа N2.
...ыстроенной нами модели, не может быть полным, пока мы не выяснили ...ньями осуществляющими фоновую или "внутрисистемную" работу и

Все что касается реализации движения, в теле человека представлено двойным набором, что является основанием для деления этого набора на правое и левое. Вспомним о двойном наборе мышц, а их внутренние взаимоотношения, это отношения антагонистов. Абсолютно естественно будет предположить, что и звенья человеческого тела могут находиться в подобных отношениях. Если какие то звенья в какой то момент времени могут быть "рабочими" или "сильными", значит должны существовать и их противоположности - "слабые" звенья. Ну, в самом этом утверждении нет ничего нового или необычного, интересно другое, какие звенья и по отношению к каким могут быть антагонистами. Наиболее сообразительные уже догадались, раз "рабочими" звенья становятся по уже известному нам "закону" то их антагонисты это звенья находящиеся в диаметрально противоположной точке цикла. Но если бы это было именно так, то мы могли бы прочитать об этом в любом учебнике по биомеханике. И это было бы написано (ведь с момента опубликования работ Н.А.Бернштейна эта идея буквально носилась в воздухе), если бы авторы этих учебников были знакомы с принципом разделения движений на внутрисистемные и тонко координированные. Вот это деление и является ключом к пониманию "взаимоотношений" между звеньями. Дело в том, что рассматривать алгоритм развития движения в человеческом теле надо по определенному нами ранее "закону"(в нем, как вы помните, участвуют только четыре звена), а вот не учитывать участие в реальном движении значительных масс остальных, т.е. опорных звеньев (в случае выхода их за пределы площади опоры), было бы непростительной ошибкой. Обслуживая переферию некоего пространства, непосредственно контролируемого человеком, эти звенья "пробегают" большие расстояния со значительными линейными скоростями и могут в определенные моменты времени служить отличными противовесами для внутрисистемных звеньев. И вот теперь, объединив в одном цикле движения все основные звенья человеческого тела, мы имеем полное право на логическое заключение которое напрашивалось само собой.
Анализируя приведенную на рисунке схему можно сделать несколько выводов:

- С точки зрения уравновешивания движущихся масс, в каждом двигательном цикле участвуют все шесть звеньев. Каждому "рабочему" звену всегда найдется свой противовес - "слабое" звено. Если "рабочее" звено - это зона наивысшего контроля со стороны ЦНС, то диаметрально противоположное ему звено можно назвать "слабым" только потому, что оно от этого контроля находится дальше остальных и выполняет роль балансира (лучше всего такие звенья характеризует термин-"теневые"). Образно выражаясь если тело человека это, имеющая вид шестигранника, крепостная стена, то "рабочее" звено это единственный вооруженный отряд, оббегающий всю стену по периметру. И если он находится на стене N2, то безопаснее всего атаковать стену N5 (сюда защитники будут добираться дольше всего).
- Набор таких противовесов оказывается не так уж велик. Вернее он настолько мал, что не способен создать проблем по его запоминанию никому из живущих. Если говорить о конкретных цифрах, то таких наборов всего три. Для любого из звеньев под N2 диаметрально противоположным будет звено N5, для любого из звеньев N3 - любое звено под N6, для N4 - N1. Для звеньев N5 возможна и обратная ситуация: N5 - N2. А вот для звеньев N6 (N6-N3) и звеньев

N1 (N1-N4) этот вариант возможен, если мы сможем "прихватить" их на границе зон двигательной активности (т.е. когда они будут "рабочими").

Теперь о самом интересном, о том, что это нам дает.
Вспомним - любой процесс протекает во времени. Поэтому описанный нами ранее циклический "закон" нужно рассматривать прежде всего как закон устанавливающий жесткую временную зависимость между происходящими событиями (вспомните о сравнении "закона" с расписанием движения экспресса...). И раз уж по этому закону звенья становятся "рабочими", то и "теневыми" звенья (хотя и по несколько иной схеме) становятся с подачи того же закона. Причем "теневое" звено является таковым лишь до тех пор, пока противоположное будет выполнять роль "рабочего".
Информация о "теневых" звеньях интересна сама по себе. Ведь каков соблазн: работать по "теневым" звеньям. Одна беда, чтобы работать из-за такта, надо уметь работать в такт. Но сама идея достойна любого затраченного на нее труда.
Но на данный момент вызывает интерес возможность безошибочной работы с "рабочими" звеньями, используя "теневые" в качестве регулировочных. Давайте разберемся в технологии таких регулировок.
Используя лишь свои собственные возможности по реализации двигательных актов и решению задач сохранения равновесия, человек не может выйти за рамки рассмотренной нами модели. Но если ему становится доступной любая внешняя точка опоры, то используя ее как таковую, он может продолжить (или начать реализацию нового) движение с любого звена ставшего по ситуации опорным. Таким образом если мы "прихватим" движение на звене N1 и обеспечим в это время извне точку опоры для его балансира - звена N4 (например толчком ноги), то, предоставленное самому себе, дальнейшее развитие движения будет осуществляться по формуле 5-2-3..., а не 2-3-4... и т.д. В результате мы имеем возможность поработать своеобразными стрелочниками, обеспечивающими молниеносную переброску "защитников" с одной стены города на противоположную, используя некие "временные тоннели", *в качестве которых выступает внешняя по отношению к системе сила*. Это очень удобно, когда по ситуации необходимо "оживить" доступные для вас в этот момент звенья. Очень важный момент - большая скорость переброски "защитников", они не оббегают город по стене, а значит не требуют времени, необходимого для такого пробега.
Теперь о том, как это выглядит с точки зрения физиологии. ЦНС человека контролирует развитие всей двигательной задачи через активные ("рабочие") звенья. Остальные звенья, отработав свою активную фазу, постепенно выходят из под жесткого контроля ЦНС и участвуют в движении в качестве балансиров (удерживаются в рамках задачи возникающими при движении динамическими силами). Любое движение начинается с предварительной оценки ЦНС условий по сохранению равновесия (положение центра масс к площади опоры), в ходе выполнения движения эти условия постоянно контролируются и корректируются. Если двигательный акт будет реализовываться без подведения к системе внешних сил, то каждое звено, входящее в активную фазу, будет в своем движении опираться на предыдущее (работа по "закону"). Если в ходе реализации движения к системе будет подведена внешняя сила (предоставлена точка опоры), то ЦНС будет вынуждена экстренно пересмотреть условия выполнения движения, в связи с нарушением первоначальной схемы сохранения равновесия (что равносильно отказу от первоначальной двигательной задачи). Продолжение движения, в любом его варианте, возможно только от возникшей точки опоры.
Значит теперь вы, как опытный интриган, можете манипулировать "мнением" ЦНС, вовремя подсовывая ей необходимые точки опоры.

На этом можно остановиться. Этого достаточно для ознакомления с принципами построения модели. Схема модели определяет и ее возможности, которые могут быть сформулированы как возможности по предвосхищению ближайшего "двигательного будущего". Что во многом является результатом предсказуемости ЦНС (в силу ее неизбывной тяги к целесообразности) при решении задач восстановления равновесия.
По сути модель работает не с собственно двигательными актами, а с информацией о них, что дает право назвать такую модель информационной. При всей простоте модели она дает широкие возможности для творчества. Даже больше - требует творческого подхода, а не заучивания конкретных форм движения.

Среди не рассмотренных нами возможностей модели остались:

- возможности по синхронизации движения двух, трех и более биомеханических систем;
- работа с использованием "балансирных" звеньев;
- Работа с использованием ложных точек опоры (искусственное лишение атакующего информации о развитии двигательного акта);
- Организация искусственной "борьбы за власть" между двигательными центрами (что равносильно срыву двигательной задачи);
- Принудительный заказ вариантов развития двигательных задач;
- Тактика использования местных предметов, как точек приложения внешней для системы силы (здесь же- работа в ограниченном пространстве);
- Возможности по кардинальному снижению индивидуальной скорости защищающегося за счет более полного предварительного обсчета ситуации. И т.д.

На наш взгляд, представляемая для обсуждения модель, соответствует современным научным взглядам на проблему и освещает:

- системно-структурный подход в обосновании строения действий;
- многоуровневый, блочный тип строения двигательных действий;
- органичное соединение исполнительной и управляющей сторон в решении обозначенной проблемы.

За рамками данной работы остается перечень методических проблем, последовательное решение которых (в течение 7 лет работы исследовательской группы) и позволило создать представленную здесь модель экстремального взаимодействия двух биомеханических систем.

Литература

1. Бернштейн Н.А. О ловкости и ее развитии. - Москва. ФиС.